ESTUDO DE METODOLOGIAS DE ENSAIO DE ENVELHECIMENTO ACELERADO EM ARGAMASSA PRODUZIDA COM AGREGADO DE RESÍDUO DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO (RCD) CONTAMINADO POR GESSO EXPOSTA A ATAQUE INTERNO POR SULFATO.

Jean Lazzarotto Nedopetalski (PROVIC), Patrícia Krüger (Orientadora), e-mail: pkruger@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia Civil.

3.00.00.00-9 Engenharias, 3.01.01.01-8 Materiais e Componentes de Construção

Palavras-chave: argamassas compostas por RCD; etringita secundária; análise dimensional de argamassas; ensaios acelerados; degradação de argamassas contaminadas por gesso.

Resumo

O gesso presente nos agregados provenientes de RCD's possui em sua composição quantidade significativa de sulfatos, os quais são prejudiciais às argamassas e concretos e podem levar ao comprometimento da estrutura. O presente trabalho tem como objetivo pesquisar e aplicar metodologias de ensaios de envelhecimento acelerado e analisar comparativamente com situações de envelhecimento natural de argamassas com cimento Portland com RCD contaminados com gesso. A metodologia deste estudo está baseada no emprego de agregados de resíduo de construção e demolição (RCD) contaminadas por diferentes teores de sulfato (SO_3), definidos em 0%, 1% e 3%. Com os ensaios e as análises realizadas pode-se afirmar que as argamassas compostas por teores de 3% de sulfato, em geral, apresentam maiores expansões, causando fissuras e comprometendo a estrutura da argamassa já endurecida. Contudo, ao analisar os resultados obtidos verificar-se que as curvas granulométricas não afetam de forma significativa nas variações dimensionais das argamassas e que o teor de sulfato é o principal fator responsável pela qualidade das argamassas produzidas com RCD contaminado por gesso.

Introdução

Segundo AGUIAR e SELMO (2006), na maioria das vezes o gesso é utilizado nas obras da construção civil como revestimento em tetos e paredes, e sua aderência a esses substratos é tanta que não existe tecnologia suficiente para soltar apenas o gesso e separá-lo dos outros resíduos, e com isso, uma fração de gesso sempre estará presente como contaminante nos resíduos de construção e demolição que chegam às centrais de reciclagem.

O gesso possui em sua composição química uma quantidade significativa de sulfatos, sendo que esses componentes são prejudiciais às argamassas e concretos, relacionados basicamente à formação de fissuras resultantes da formação de etringita.

Quando a etringita se forma na pasta endurecida ela é chamada de "etringita tardia" ou "etringita secundária", sendo o seu aparecimento ligado à conversão do monossulfoaluminato novamente em etringita, em função da presença de íons sulfato no meio cimentício provenientes de compostos externos aos do cimento, como é o caso dos agregados reciclados contaminados por gesso (sulfato).

ISSN 1676-0093

Segundo AGUIAR (2004), essa formação causa expansões heterogêneas na argamassa ou concreto já endurecidos, e esses aumentos de volume geram tensões internas e, consequentemente, fissuras. Além disso, para a autora, o ataque interno por sulfato é favorecido por três fatores principais, tais como: existência de microfissuras, liberação atrasada de sulfato e presença de água.
Contudo, o presente trabalho visa analisar comparativamente problemas originados do ataque interno por sulfatos em argamassas produzidas com agregados reciclados contaminados por gesso, bem como, aplicar metodologia de ensaio acelerado pesquisada dentro de ambiente controlado de laboratório para estudar as influências do gesso em diferentes teores, para composições diversas de argamassas.

Material e Métodos

Este estudo foi desenvolvido com agregados de resíduo de construção e demolição (RCD) contaminados por diferentes teores de sulfato (SO_3), definidos em 0%, 1% e 3%, cujo objetivo foi avaliar a sua contribuição para a formação de etringita secundária em argamassas, comparando o seu comportamento em processo de envelhecimento acelerado em relação a um processo de envelhecimento natural.
Desta maneira, iniciou-se o estudo realizando ensaios de caracterização dos materiais utilizados no estudo. Optou-se por analisar agregados reciclados de concreto (ARC) e agregados reciclados mistos (ARM), sendo estes compostos com resíduos de concreto e um porcentual de materiais cerâmicos. Para cada um desses casos, produziu-se curvas granulométricas de forma controlada, sendo aqui mencionadas como DZO, DZUS e AZUS e, por fim, para cada curva granulométrica analisou-se três teores de sulfato conforme anteriormente citado, totalizando 18 traços diferentes de argamassas. Após uma pesquisa mais focada nos ensaios acelerados definiu-se que seria realizada uma análise com as barras de argamassa submetidas ao envelhecimento natural e também uma análise em ensaio acelerado composto por ciclos de umedecimento e secagem como forma de analisar comparativamente o comportamento dimensional das argamassas. A razão para a escolha de apenas uma metodologia de ensaio acelerado ao invés de três, como inicialmente havia sido proposto, é em razão das limitações do laboratório e também devido ao prazo curto para a realização das análises, uma vez que, para cada método aplicado são analisados 18 traços diferentes de argamassas cujas leituras dimensionais são feitas semanalmente, e por isso, demandaria um prazo maior para a sua execução.

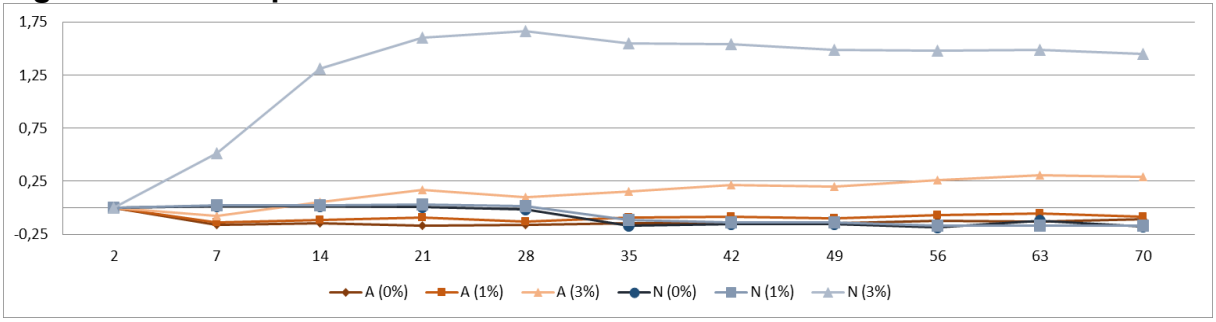
Resultados e Discussão

Na primeira etapa deste estudo foram realizados ensaios de caracterização dos materiais quanto às características físicas e químicas, como índice de vazios e absorção, por exemplo, os quais não serão aqui apresentados. Optou-se por enfatizar os resultados relacionados aos ensaios acelerados e as variações dimensionais das barras de argamassa, que são o objetivo principal deste estudo.
Com relação aos resultados obtidos nas análises da variação dimensional das barras de argamassas têm-se três comparativos diferentes, tais como: por teor de sulfato; por tipologia; e por curva granulométrica. A seguir, são apresentados três casos considerados mais críticos entre todas as análises realizadas.
Analisando quanto ao teor de sulfato adicionado, observa-se que para as argamassas com resíduos mistos (ARM) com teores de 3% de sulfato (
Figura 1) em envelhecimento natural houve maiores expansões quando comparadas com as demais situações, desde as primeiras idades com picos mais elevados aos

ISSN 1676-0093

28 dias e, a partir dessa idade, uma variação dimensional aproximadamente constante.

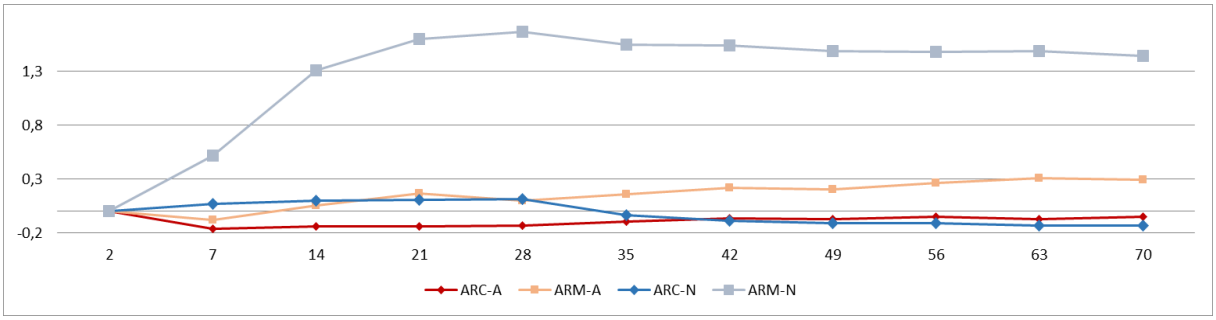
Figura 1- Análise por teor de sulfato ARM DZO



Fonte: O autor

Analisando a Figura 2, que faz o comparativo entre os dois tipos de agregados utilizados (ARC e ARM) observa-se que para os teores de 3% de sulfato, as argamassas do tipo ARM em envelhecimento natural tiveram expansões bastante significativas desde as primeiras idades, com picos de maiores expansões aos 28 dias e, a partir dessa idade uma variação dimensional aproximadamente constante. Além disso, as argamassas do tipo ARM de envelhecimento acelerado com 3% de sulfato, dependendo da granulometria, podem ter expansões bastante significativas desde as primeiras idades.

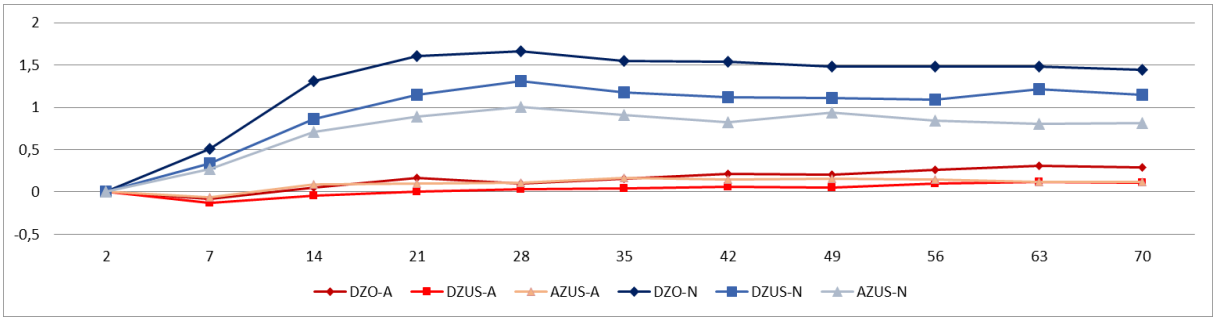
Figura 2- Análise por tipologia DZO 3%



Fonte: O autor

A Figura 3 apresenta dados que confirmam que para as 3 curvas granulométricas estudadas, quando analisado na situação de envelhecimento natural, estas apresentaram expansão enquanto que no processo de envelhecimento acelerado, observa-se também expansão, porém bem menos significativa.

Figura 3- Análise por curva granulométrica ARM 3%



Fonte: O autor

ISSN 1676-0093

Conclusões

Contudo, através deste estudo foi possível compreender que existem diversos fatores que interferem no comportamento dimensional das argamassas e que por se tratar de argamassas produzidas com materiais reciclados, como é o caso do RCD, há muita dificuldade em avaliar corretamente o seu comportamento e durabilidade, uma vez que, existe uma complexidade relacionada com a composição do material de origem, que dependerá da fonte que gerou esse material.

Com os ensaios e as análises realizadas pode-se afirmar que as argamassas compostas por teores de 3% de sulfato, em geral, apresentam maiores expansões, causando fissuras e comprometendo a estrutura da argamassa já endurecida. Analisando o comportamento dimensional das barras de argamassas com relação à tipologia, observa-se que dependendo do teor de sulfato na composição, as curvas granulométricas não afetam tão fortemente nas variações dimensionais, as quais são muito similares independentemente da granulometria, ou seja, o principal fator que interfere no comportamento dimensional das argamassas é o teor de sulfato presente.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer à Universidade Estadual de Ponta Grossa e o CNPq pelas iniciativas de incentivo ao desenvolvimento de pesquisas, aos professores, Patrícia Krüger e Eduardo Pereira, pela contribuição teórica e prática, que foi muito importante para que este trabalho pudesse ser desenvolvido. Também gostaria de agradecer ao laboratorista Paulo Santos e a todos os outros colaboradores do Departamento de Engenharia Civil.

Referências

AGUIAR, G. D. **Estudo de argamassas produzidas com agregados reciclados contaminados por gesso de construção**. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, p. 282. 2004.

AGUIAR, G. D.; SELMO, S. M. D. S. **Estudo de argamassas com agregados contaminados por gesso de construção**. EPUSP. São Paulo, p. 20. 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10004/2004 - Resíduos sólidos, Rio de janeiro, 2004.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. Ministério do Meio Ambiente. **Resolução n.o. 307 de 05 de julho de 2002 - CONAMA**. Disponivel em: <https://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2019.

MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. M. **Concreto:** Estrutura, Propriedades e Materiais. 1ª. ed. São Paulo: Pini, 1994.

MUNHOZ, C. **Utilização do gesso para favricação de artefatos alternativos, no contexto de produção mais limpa**. USP. Bauru, p. 145. 2008.

RODRIGUES , P. J. L. **Metodologia básica de ensaios e execução de ensaios acelerados de vida na área de fiabilidade**. INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DE LISBOA. Lisboa, p. 143. 2009.